

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年11月 5日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-321846

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
which is used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2002-321846

願 人  
Applicant(s):

光洋精工株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2005年12月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中 嶋



4

出証番号 出証特2005-310356

【書類名】 特許願

【整理番号】 105403

【提出日】 平成14年11月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 6/00  
B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 中野 史郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 葉山 良平

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 吉田 幸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075155

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀井 弘勝

4

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100087701

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲岡 耕作

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101328

【弁理士】

【氏名又は名称】 川崎 実夫

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010799

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9811014

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用操舵装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運転者によって操作される操作部材の操作に応じて、舵取り車輪を転舵させるための舵取り機構を作動させる車両用操舵装置であって、

上記運転者への情報伝達のために、上記操作部材に力を加えるアクチュエータと、

車両のタイヤに加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段と、

上記舵取り機構に作用する物理量を検出する舵取り機構系検出手段と、

車両の運動状態に関わる物理量を検出する車両状態検出手段と、

上記負荷検出手段、舵取り機構系検出手段および車両状態検出手段のうちの少なくとも 1 つの検出結果に基づいて、上記アクチュエータを制御する制御手段と

、  
上記負荷検出手段、舵取り機構系検出手段および車両状態検出手段のうちの少なくとも 1 つの検出結果に基づいて、運転者に所定の教示を与える教示手段とを含むことを特徴とする車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ステア・バイ・ワイヤ（SBW）システムのように、ステアリングホイール等の操作部材に対してアクチュエータからの力を与えることができる構成の車両用操舵装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

たとえば、ステアリングホイールと舵取り用の車輪を転舵するための舵取り機構との間の機械的な結合をなくし、ステアリングホイールの操作角を検出するとともに、その検出結果に基づいて、操舵アクチュエータからのトルクを舵取り機構に与えることによって、舵取り用の車輪の転舵を達成するようにしたシステム

(いわゆるステア・バイ・ワイヤ (S B W) システム) が提案されている (たとえば、下記特許文献 1)。

【0 0 0 3】

操舵アクチュエータは、マイクロコンピュータを含む構成の制御装置によって制御されるようになっている。すなわち、車両のイグニッションキースイッチがオン状態の間、ステアリングホイールの操作角を検出する操作角センサおよび舵取り用の車輪の転舵角を検出する転舵角センサの各検出信号が制御装置に入力されている。制御装置は、それらの入力信号に基づいて、舵取り用の車輪の転舵角がステアリングホイールの操作角に対応するように、操舵アクチュエータを制御する。

【0 0 0 4】

一方、ステアリングホイールに操作反力を与えるために、ステアリングシャフトには、反力アクチュエータが付設されている。制御装置は、操作角等に応じて反力アクチュエータを駆動制御することにより、ステアリングホイールに操作反力を与える。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 1 9 8 4 5 3 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 3 2 4 1 2 0 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 1 - 2 0 4 2 7 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

運転者は、車両を運転するために、意識的または無意識に、次のような情報を用いている。

- ① タイヤの状態 (摩耗具合：グリップ力の低下)
- ② 路面の状態 (滑りやすい路面、不整路、波状路、轍路)
- ③ 車両の異常 (駆動系や足回りの部品の各部の異常、緩み、消耗)

#### ④ 走行インフラから受けた情報

運転者は、これらの情報を視覚、聴覚、座面の振動および操作端（ステアリングホイール、コントロールスティックなど）を操作するときの反力などから感知している。

#### 【0007】

ところが、ステアリングギヤとハンドルコラムとが直結していないステア・バイ・ワイヤシステムにおいては、ステアリングホイールから舵取り機構までが機械的に連結された通常型のステアリング機構の場合とは異なり、操舵トルク伝達系での軸力やトルクの実値をステアリングホイールを介して運転者にフィードバックすることができない。

そのため、上記のような情報の運転者への伝達が不十分になる傾向にある。このことは、ステア・バイ・ワイヤシステムに限らず、車両の快適性や運動性能を高めるための各種の技術（ステア・バイ・ワイヤ技術の他、制動系、駆動系または懸架系の改良技術など）において共通の課題となっており、運転ストレスを増加させる一因となるおそれがある。

#### 【0008】

そこで、この発明の目的は、運転者に必要な情報を伝達することができ、これにより、快適な運転環境を提供できる車両用操舵装置を提供することである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、運転者によって操作される操作部材（1，22）の操作に応じて、舵取り車輪（5，29）を転舵させるための舵取り機構（4，6，7，24）を作動させる車両用操舵装置であって、上記運転者への情報伝達のために、上記操作部材に力を加えるアクチュエータ（9，40）と、車両のタイヤに加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段（SL，SR，SP）と、上記舵取り機構に作用する物理量を検出する舵取り機構系検出手段（S3，S4，S12）と、車両の運動状態に関わる物理量を検出する車両状態検出手段（S5～S11）と、上記負荷検出手段、舵取り機構系検出手段および車両状態検出手段のうちの少なくとも1つの検出結果に基づい

て、上記アクチュエータを制御する制御手段（14，C）と、上記負荷検出手段、舵取り機構系検出手段および車両状態検出手段のうちの少なくとも1つの検出結果に基づいて、運転者に所定の教示を与える教示手段（19，70）とを含むことを特徴とする車両用操舵装置である。なお、括弧内の英数字は後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

#### 【0010】

この構成によれば、アクチュエータを、舵取り機構に作用する物理量（転舵軸に働く軸力など）に応じて制御することにより、操作部材から舵取り機構までが機械的に連結された車両用操舵装置の場合に操作部材から運転者に伝えられる操舵反力（セルフアライニングトルクや摩擦感など）を、操作部材を介して運転者に伝達できる。

また、車両の運動状態に関わる物理量（操作部材の操作、舵取り機構の動作、制動機構の動作、駆動系、懸架系の動作などについてのものを含む。）に応じてアクチュエータを制御することにより、メカ系の異常や制御の異常、または路面から伝わる振動（フラッター、シミールなど）を、疑似反力として、操作部材を介して運転者に伝達できる。この疑似反力は、車両の走行状態（車速、前後加速度、横加速度、ヨーレート、操舵速度など）に応じて可変制御することとしてもよい。また、疑似反力の大きさを、運転者が好みに応じて調整するための調整手段（75）を設けてもよい。

#### 【0011】

さらに、アクチュエータを、車両のタイヤ（舵取り車輪のタイヤであってもよいし、舵取り車輪以外の車輪のタイヤであってもよい。）に加わる負荷に応じて制御することにより、路面状況およびタイヤの状況をダイレクトに反映した反力制御を行うことができる。したがって、ステアリングトルク伝達系の機械的構成に依存することなく、路面からのキックバックを再現することができる。これにより、車両用操舵装置を搭載する車両ごとに反力制御の調整を行う必要がなくなり、車両適合技術を少なくすることができる。

#### 【0012】

また、優れた応答性でアクチュエータを制御することができる。そのため、路

面状況に対応した低周波情報のみならず、タイヤ接地面過渡情報をも、アクチュエータの制御により、操作部材を介して運転者に伝達することができる。これにより、たとえば、操作部材と舵取り機構とが機械的に結合されていない構成であっても、通常型のステアリング機構と同様な情報を、操作部材を介して運転者に与えることができる。

#### 【0 0 1 3】

さらに、この発明では、負荷検出手段、舵取り機構系検出手段および車両状態検出手段のうちの少なくとも1つの検出結果に基づいて、運転者に教示を与える教示手段が備えられている。この教示手段は、音声を発生して運転者に対する教示を行うもの（音声警告）や、ランプ表示やメッセージ表示によって運転者に対する教示を行うもの（警告表示）のように、聴覚や視覚によって運転者が感知できる情報提供手段であってもよい。

#### 【0 0 1 4】

たとえば、メカ系の異常や制御の異常または路面から伝わる振動（フラッター、シミーなど）の発生は、アクチュエータによる操作部材の制御に代えて、またはこのような操作部材の制御とともに、上記教示手段によって運転者に伝達するようにしてもよい。また、メカ系の異常や制御の異常または路面から伝わる振動の発生は、車両の状態に応じて、疑似反力および教示手段の両方で運転者に伝達するか、いずれか適切な一方のみで運転者に伝達するかが選択されるようになっていてもよい。

#### 【0 0 1 5】

なお、上記負荷検出手段は、タイヤの内部において、タイヤに加わる負荷を検出するものであることが好ましい。

また、上記負荷検出手段は、タイヤの空気圧を検出する空気圧検出手段（S P）を含むものであってもよい。

また、上記負荷検出手段は、タイヤに加わる応力を検出する応力検出手段（S L，S R，S A）を含んでいてもよい。

#### 【0 0 1 6】

この場合、上記応力検出手段は、車両の進行方向に向かってタイヤの左側部お



よび右側部に加わる応力をそれぞれ検出する左側応力検出手段（S L）および右側応力検出手段（S R）を含むことが好ましい。たとえば、左側応力検出手段および右側応力検出手段は、タイヤの左側サイドウォール部（5 2 L）および右側サイドウォール部（5 2 R）に設置されていてもよい。

この構成により、車両が曲線軌跡を描いて進行する場合（カーブを通行する場合）におけるタイヤの変形量を検出することができるので、タイヤ接地面過渡情報を得ることができる。

#### 【0 0 1 7】

##### 【発明の実施の形態】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の第 1 の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。この車両用操舵装置は、ステアリングホイール 1 と舵取り機構との機械的な結合をなくし、ステアリングホイール 1 の回転操作に応じて駆動される操舵アクチュエータ 2 の動作を、ハウジング 3 に支持された転舵軸 4 の車幅方向の直線運動に変換し、この転舵軸 4 の直線運動を舵取り用の前部左右車輪 5 の転舵運動に変換することにより操舵を達成するようにした、いわゆるステア・バイ・ワイヤ（S B W）システムである。

#### 【0 0 1 8】

操舵アクチュエータ 2 は、たとえば、ブラシレスモータ等の電動モータを含む構成である。この操舵アクチュエータ 2 の駆動力（出力軸の回転力）は、転舵軸 4 に関連して設けられた運動変換機構（たとえば、ボールねじ機構）により、転舵軸 4 の軸方向（車幅方向）の直線運動に変換される。この転舵軸 4 の直線運動は、転舵軸 4 の両端から突出して設けられたタイロッド 6 に伝達され、さらにタイロッド 6 を介してキングピン P に連結されたナックルアーム 7 の回転を引き起こす。これにより、ナックルアーム 7 に支持された車輪 5 の転舵が達成される。転舵軸 4、タイロッド 6 およびナックルアーム 7 などにより、舵取り用の車輪 5 を転舵するための舵取り機構が構成されている。

#### 【0 0 1 9】

ステアリングホイール 1 は、車体に対して回転可能に支持された回転シャフト

8 に連結されている。この回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 9 が付設されている。反力アクチュエータ 9 は、回転シャフト 8 と一体の出力シャフトを有するブラシレスモータ等の電動モータを含む。

回転シャフト 8 のステアリングホイール 1 とは反対側の端部には、渦巻きばね等からなる弾性部材 1 0 が車体との間に結合されている。この弾性部材 1 0 は、反力アクチュエータ 9 がステアリングホイール 1 にトルクを付加していないときに、その弾性力によって、ステアリングホイール 1 を直進操舵位置に復帰させる。

#### 【 0 0 2 0 】

ステアリングホイール 1 の操作入力値を検出するために、回転シャフト 8 に関連して、ステアリングホイール 1 の操作角を検出するための操作角センサ S 1 が設けられている。また、回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に加えられた操作トルクを検出するためのトルクセンサ S 2 が設けられている。一方、転舵軸 4 に関連して、舵取り用の車輪 5 の転舵角（タイヤ角）を検出するための転舵角センサ S 3 および転舵軸 4 に作用する軸力を検出する軸力センサ S 4 が設けられている。

#### 【 0 0 2 1 】

これらのセンサの他にも、車速を検出する車速センサ S 5、車両の前後方向加速度を検出する前後加速度センサ S 6、車両の横加速度を検出する横加速度センサ S 7、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ S 8、ショックアブソーバのストローク（変位）を検出するストロークセンサ S 9、ブレーキ油圧を検出するブレーキ液圧センサ S 1 0、車両の荷重を検出する荷重センサ S 1 1、および駆動回路 1 7 から操舵アクチュエータ 2 に供給される駆動電流を検出する電流検出部 S 1 2（駆動電流の検出により、転舵軸 4 に作用する力を間接的に検出することができる。）が設けられている。

#### 【 0 0 2 2 】

さらに、後述するように、車輪 5 に装着されたタイヤ W の内部には、このタイヤ W の左右のサイドウォール部に作用する応力を検出する左側応力センサ S L お

および右側応力センサ S R、ならびにタイヤ W の空気圧を検出する空気圧センサ S P が設けられている。

上記のセンサ類 S 1 ～ S 1 2, S L, S R, S P の各検出信号は、マイクロコンピュータを含む構成の電子制御ユニット (E C U) からなる制御装置 1 4 に入力されるようになっている。ただし、応力センサ S L, S R および空気圧センサ S P の検出信号については、アンテナ 1 4 a を介する無線通信によって、制御装置 1 4 に受信されるようになっている。

### 【0023】

制御装置 1 4 は、操作角センサ S 1 によって検出される操作角、転舵角センサ S 3 によって検出される転舵角、車速センサ S 5 によって検出される車速、応力センサ S L, S R によって検出されるタイヤの応力、および空気圧センサ S P によって検出されるタイヤの空気圧に基づいて、操舵指令値を設定し、この操舵指令値に基づいて、駆動回路 1 7 を介し、操舵アクチュエータ 2 を制御する。

ステアリングホイール 1 と舵取り機構との間には機械的な結合がないので、ステアリングホイール 1 の回転量と車輪 5 の転舵量との比 (伝達比、ギヤ比) を可変設定する V G R (Variable Gear Ratio) 機能を実現できる。すなわち、たとえば、制御装置 1 4 は、車速センサ S 5 によって検出される車速と、応力センサ S L, S R および／または空気圧センサ S P によって検出されるタイヤ負荷とに基づいて上記ギヤ比を設定し、このギヤ比とステアリングホイール 1 の操作角とに基づいて、操舵アクチュエータ 2 に与えるべき電圧に対応した操舵指令値を設定する。

### 【0024】

一方、制御装置 1 4 は、センサ類 S 1 ～ S 1 2 が出力する検出信号に基づいて、ステアリングホイール 1 の操作方向と逆方向の適当な反力が発生されるように、駆動回路 1 8 を介して、反力アクチュエータ 9 を制御する。

また、制御装置 1 4 には、たとえば、車両のインスツルメントパネルに設けられた警報器 1 9 が接続されている。警報器 1 9 は、警報音発生装置からなってもよいし、警報表示 (ランプ表示やメッセージ表示) を行う警報表示装置からなってもよい。制御装置 1 4 は、センサ類 S 1 1 ～ S 1 2 (とくに転舵角セ

ンサ S 3、車速センサ S 5、ストロークセンサ S 9) の出力信号に基づいて、たとえば、所定の異常や走行状態（悪路走行中、フラッタ発生、アンバランス発生など）を検出したときに、警報器 19 から警報を発生させる。

#### 【0025】

図 2 は、舵取り用の車輪 5 のタイヤ W の構成を説明するための図解的な断面図である。タイヤ W は、路面に接触するトレッド部 51 と、このトレッド部 51 の両側部に結合された一对のサイドウォール部 52 L, 52 R とを備えている。車両の進行方向に向かって右側のサイドウォール部 52 R の内壁面には、右側応力センサ S R が配置されており、車両の進行方向に向かって左側のサイドウォール部 52 L の内壁面には左側応力センサ S L が配置されている。また、トレッド部 51 の内壁面には、空気圧センサ S P が配置されている。その他、必要に応じて、たとえば、トレッド部 51 の内部に応力センサ S A を埋設してもよい。

#### 【0026】

右側応力センサ S R および左側応力センサ S L は、右側サイドウォール部 52 R および左側サイドウォール部 52 L に加わる応力をそれぞれ検出するものであって、歪みゲージ等のセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤ W の回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エネルギーによって動作するようになっている。同様に、空気圧センサ S P は、タイヤ W の内部に配置されていて、タイヤ W の内部空気圧を検出するセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤ W の回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エネルギーによって動作するようになっている。上記トランスポンダ部が発信する信号が、アンテナ 14 a から、制御装置 14 に取り込まれるようになっている。

#### 【0027】

上記のような応力センサや空気圧センサとしては、たとえば、特許文献 2 および特許文献 3 に開示されているような公知のものを採用することができる。

図 3 は、コーナリング時におけるタイヤ W の変形を説明するための図解図である。図 3 (A) には、摩擦係数が比較的小さな路面上において左方向操舵を行っ

た場合における左右のタイヤWL, WRの断面形状が示されており、図3 (B) には、路面摩擦係数が比較的大きな路面上において左方向操舵を行った場合における左右のタイヤWL, WRの断面形状が示されている。図3 (A) (B) のいずれにおいても、タイヤWL, WRの断面形状は、車両の進行方向後方から見た形状である。

#### 【0 0 2 8】

左右のタイヤWL, WRのうち、操舵方向内側となる左側タイヤWLの変形は比較的小さく、操舵方向外側となる右側タイヤWRの変形が大きくなる。そして、左右のタイヤWL, WRのいずれにおいても、操舵方向内側となる左側サイドウォール部における変形は小さく、操舵方向外側となる右側サイドウォール部における変形が大きくなる。この変形は、路面摩擦係数が大きいほど大きくなる。

そこで、この実施形態では、制御装置14は、転舵角センサS3の出力信号に基づき、操舵方向外側に位置するタイヤを特定し、そのタイヤ（図3の例では右側タイヤWR）に装着された左右の応力センサSL, SRの出力を参照する。より具体的には、操舵方向外側となる右側サイドウォール部52Rの応力を検出する右側応力センサSRが検出する外側サイドウォール部の応力 $T_o$ と、操舵方向内側となる左側サイドウォール部52Lの応力を検出する左側応力センサSLによって検出される内側サイドウォール部の応力 $T_i$ との差 $\Delta T (=T_o - T_i)$ が求められる。さらに、制御装置14は、左右のサイドウォール部の応力差 $\Delta T$ の一階時間微分値（応力変化速度、タイヤ負荷変化速度）または二階時間微分値（応力変化加速度、タイヤ負荷変化加速度）を求め、こうして求められたタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に基づき、操舵アクチュエータ2および反力アクチュエータ9を駆動制御する。

#### 【0 0 2 9】

図4は、制御装置14による反力アクチュエータ9の制御態様の一例を示す制御特性図である。制御装置14は、たとえば、操舵方向外側のタイヤにおけるタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて、一定範囲内で、たとえばリニアに変化する反力アクチュエータ駆動目標値を設定し、この反力アクチュエータ駆動目標値が達成されるように、駆動回路18に制御信号を与える。図4

の特性図では、一定値以上のタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に対して、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度の増加に応じてリニアに増加する反力アクチュエータ駆動目標値が設定されるようになっており、かつ、車速センサ S 5 が検出する車速が大きいほど大きな反力アクチュエータ駆動目標値が設定されるようになっている。

### 【0 0 3 0】

これにより、タイヤに加わる負荷の変化速度または変化加速度が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝えられ、また、車速が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達されることになる。

図 5 は、運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。たとえば路面からは、横風等の外乱が車両に加わり、また道路交通網に配置されたインフラから交通状況等の情報がたとえば I T S (Intelligent Transport Systems) 電子情報などとして車両に提供される。さらに、轍路、カント路、波状路および雪道などの路面状況がタイヤを通じて車両に伝達される。

### 【0 0 3 1】

一方、車両から運転者には、制御装置 1 4 (E C U : 電子制御ユニット) による反力アクチュエータ 9 の制御 (反力制御) により、ステアリングホイール 1 を介して、路面情報 (低周波情報) とともに、上述のタイヤ接地面過渡情報が伝達される。さらに、上述の警報器 1 9 を通じて、操舵系の不安定情報や警告が、表示または音声によって運転者に伝達される。

反力アクチュエータ 9 は、操舵アクチュエータ 2 の発生トルクや、転舵角センサ S 3 の出力に基づいて制御されることにより、低周波情報である路面情報をステアリングホイールを介して運転者に伝達することができる。この制御と併せて、上述のように、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて反力アクチュエータ 9 が制御されることにより、ステアリングホイール 1 を介してタイヤ接地面過渡情報が運転者に伝達される。

### 【0 0.3 2】

警報器 1 9 によって伝達される操舵系の不安定情報とは、タイヤアンバランス

やシミーの発生などである。これらの情報は、反力アクチュエータ 9 の制御を介して運転者に伝達されてもよいが、警報器 19 を用いて視覚的または聴覚的に運転者に伝達し、メンテナンスを促す方が効果的である。

制御装置 14 は、操舵系の振動（消耗品・機構部品に関するメンテナンス不良や異常信号による制御異常などによるフラッタ、シミーなど）やタイヤ・サスペンション系の振動（アンバランスによる振動）などを、車両および／または各コンポーネント（車両運動に関わる物理量を検出する部位）に設けた変位センサ信号（操作角センサ S1、転舵角センサ S3、ストロークセンサ S9 などの信号）、加速度センサ信号（前後加速度センサ S6、横加速度センサ S7）や、それらの信号に対して信号処理によって解析を施して得られた解析結果（微分値、積分値、振動のパワースペクトラム解析により得られた周波数特性など）に基づいて、運転者に伝達すべき情報の有無を判定する。そして、さらに、運転者に伝達すべき情報があれば、その情報を操作反力として運転者に伝達すべきか、警報器 19 を介して視覚的または聴覚的に運転者に伝達すべきかを判定し、その判定結果に応じた方法で当該情報を運転者に伝達する。

### 【0033】

制御装置 14 は、さらに、操作角センサ S1 などの出力や応力センサ SL, SR および空気圧センサ SP によって検出されるタイヤ負荷に応じて、操舵アクチュエータ 2 を制御する（操舵制御）。

一方、運転者は、警報器 19 またはステアリングホイール 1 から伝達される上記の情報の他に、車両上において加速度 G を体感し、また、車速 V、ヨーレート  $\gamma$ 、ロール  $\phi$  およびピッチ  $\tau$  を体感する。これらの情報に基づき、運転者は、予覚制御、追跡制御および補償制御を行うべく、ステアリングホイール 1 を操作する。

### 【0034】

予覚制御とは、運転者が次の状況を予知して行う制御であり、追跡制御とは、運転者が意図する車両挙動を目標としてこの目標を追跡しようとする制御であり、補償制御とは、横風などの外乱を補償するための制御である。これらの制御は、車両の運転に関する運転者の知識に基づいて行われるが、この知識は、スキル

ベース、ルールベースおよびインテリジェントベースに層別することができる。

スキルベースの運転知識とは、体で会得した知識であり、五感により知覚した情報に基づいて無意識に行動に移されるような知識である。ルールベースの運転知識とは、運転者の記憶に基づく判断結果（たとえば一定の条件に当てはまるかどうか）に応じて行動に移されるような知識、すなわち、パターン化された行動に関する知識である。インテリジェントベースの運転知識とは、パターン化された行動に関する知識ではなく、意識的で抽象的かつ論理的な思考を経て行動に移されるような高度な知識である。

#### 【0035】

たとえば、低周波情報としてステアリングホイール 1 から運転者に伝達される路面情報は、ルールベースの知識に働きかけて、運転者にパターン化された運転行動を促す。これに対して、同じくステアリングホイール 1 から運転者に伝達されるタイヤ接地面過渡情報は、インテリジェントベースの知識に働きかけて、より高度な判断（ステアリングトルクが抜ける限界点かどうかなど）のために用いられる。

#### 【0036】

図 6 は、反力アクチュエータ 9 の制御または警報器 1 9 によって運転者に情報を伝達するために制御装置 1 4 が実行する処理を説明するためのフローチャートである。まず、センサ類 S 1 ～ S 1 2 が出力する検出信号が取り込まれ（ステップ A 1）、その後、これらのセンサ類 S 1 ～ S 1 2 の検出信号に対する信号処理（ステップ A 2）が行われる。具体的には、微分処理、積分処理、信号の周期性の解析、包絡線検波、スペクトル分析による周波数特性の解析などの処理が行われる。より具体的には、転舵角センサ S 3 の出力信号の振動周波数（転舵角振動周波数）、ストロークセンサ S 9 の出力信号の振動周波数（ショックアブソーバ振動周波数）、転舵角センサ S 3 の出力信号の微分値（転舵角速度）が求められる。さらに、横加速度センサ S 7 によって検出される横加速度（横 G）、ヨーレートセンサ S 8 によって検出されるヨーレート、ストロークセンサ S 9 によって検出されるショックアブソーバストローク、ブレーキ液圧センサ S 1 0 によって検出されるブレーキ液圧の各振動周波数などが求められる。



**【0 0 3 7】**

さらに、制御装置 1 4 は、車速センサ S 5 が検出する車速 V が予め定める複数の車速域（この実施形態では、 $0 \text{ km/h} < V \leq 30 \text{ km/h}$ 、 $30 \text{ km/h} < V \leq 60 \text{ km/h}$ 、 $60 \text{ km/h} < V \leq 90 \text{ km/h}$ 、 $90 \text{ km/h} < V$  の 4 つの車速域）のいずれに属するかに応じて、処理を分岐させる（ステップ A 3，A 4，A 5）。

たとえば、車速 V が  $0 \text{ km/h} < V \leq 30 \text{ km/h}$  の車速域内の値のときには（ステップ A 3 の Y E S）、転舵角振動周波数が予め定めるしきい値である 5 Hz 以上かどうか判断される（ステップ A 6）。この判断が肯定されると、操舵系または転舵系の異常が発生している可能性があるので、さらに、横加速度センサ S 7 によって検出される横加速度（横 G）、ヨーレートセンサ S 8 によって検出されるヨーレート、ストロークセンサ S 9 によって検出されるショックアブソーバストローク、ブレーキ液圧センサ S 1 0 によって検出されるブレーキ液圧のうちの 1 つまたは予め定める 2 つ以上のものについて、その振動周波数が、予め定めるしきい値である 2 Hz 以下かどうか判断される（ステップ A 7）。この判断が否定されれば、操舵系または転舵系の異常はないものとして、反力アクチュエータ 9 を駆動するための目標反力トルクを通常時（異常がないとき）の目標反力トルク値である T a に定めて（ステップ A 8）、リターンする。この通常時の目標反力トルク値は、応力センサ S L，S R や空気圧センサ S P によって検出されるタイヤ負荷を反映した値である。

**【0 0 3 8】**

一方、ステップ A 7 において、横加速度、ヨーレート、ショックアブソーバストロークおよびブレーキ液圧のうちの 1 つまたは予め定める 2 つ以上のものについて、その振動周波数が 2 Hz 以下であると判断されると、操舵系または転舵系に異常があるとの判定がなされる（ステップ A 9）。この場合、制御装置 1 4 は、反力アクチュエータ 9 の駆動のための目標反力トルクを、通常時の目標反力トルク値 T a に補正トルク値 T b（操舵系または転舵系異常時の補正トルク）を加えた値 T a + T b に設定して（ステップ A 1 0）、リターンする。

**【0 0 3 9】**

補正トルク値 T b は、たとえば、ステップ A 7 において 2 Hz 以下であると判断

された判定対象値の振動周波数に応じて定められ、たとえば、その振動周波数が大きいほど大きく定められる。また、補正トルク値  $T_b$  は、さらに車速や転舵角に応じて定められてもよく、車速が大きいほど大きく、また、転舵角が大きいほど大きく定めることとすればよい。

転舵角振動周波数が 5 Hz 未満のときには（ステップ A 6 の NO）、懸架系の異常等の可能性があるので、さらに、ショックアブソーバ振動周波数が予め定める第 1 のしきい値である 1 Hz 以上かどうか判断される（ステップ A 1 1）。ショックアブソーバ振動周波数が 1 Hz 以上のときには、さらに、転舵角速度が予め定めるしきい値である 5 rad/sec 以下かどうか判断される（ステップ A 1 2）。この判断が肯定されると、悪路走行中、フラッタ発生またはアンバランス発生のいずれかであると判定され（ステップ A 1 3）、これらの異常等が警報器 1 9 を通じて運転者に報知される（ステップ A 1 4）。そして、反力アクチュエータ 9 の制御のための目標反力トルクを、通常時の目標反力トルク値  $T_a$  に設定して（ステップ A 1 5）、リターンする。

#### 【0 0 4 0】

転舵角周波数が 5 Hz 未満であっても、ショックアブソーバ振動周波数が 1 Hz 未満であるとき（ステップ A 1 1 の NO）、または転舵角周波数が 5 Hz 未満で、かつショックアブソーバ振動周波数が 1 Hz 以上であっても転舵速度が 5 rad/sec を超えているとき（ステップ A 1 2 の NO）には、懸架系の異常の有無を調べるために、さらに、ショックアブソーバ振動周波数が予め定める第 2 のしきい値である 1 0 Hz 以上かどうか判断される（ステップ A 1 6）。この判断が肯定されると、懸架系に異常があるものと判定され（ステップ A 1 7）、制御装置 1 4 は、反力アクチュエータ 9 の駆動のための目標反力トルクを、通常時の目標反力トルク値  $T_a$  に補正トルク値  $T_c$ （懸架系異常時の補正トルク）を加えた値  $T_a + T_c$  に設定して（ステップ A 1 8）、リターンする。

#### 【0 0 4 1】

補正トルク値  $T_c$  は、たとえば、ショックアブソーバ振動周波数に応じて定められ、たとえば、ショックアブソーバ振動周波数が大きいほど大きく定められる。また、補正トルク値  $T_c$  は、さらに車速や転舵角に応じて定められてもよく、

車速が大きいほど大きく、また、転舵角が大きいほど大きく定めることとすればよい。

ステップ A 1 6 における上記の判断が否定されれば、懸架系の異常はないものとして、反力アクチュエータ 9 を駆動するための目標反力トルクを通常時（異常がないとき）の目標反力トルク値である  $T_a$  に定めて（ステップ A 1 9）、リターンする。

#### 【0 0 4 2】

$30\text{ km/h} < V \leq 60\text{ km/h}$ 、 $60\text{ km/h} < V \leq 90\text{ km/h}$ 、 $90\text{ km/h} < V$  の車速域においても、判定対象となる振動周波数の種類が適宜選択され、各振動周波数に対するしきい値が適切に設定されたうえで、上記と同様な処理が行われる。

このような処理の結果、操舵系、転舵系および懸架系の異常に関しては、ステアリングホイール 1 に与えられる操舵反力を通常時の値（ $T_a$ ）と異ならせることによって、ステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達される。その一方で、悪路走行中、フラッタ発生、アンバランス発生などの情報は、ステアリングホイール 1 を介さずに、警報器 1 9 を介して運転者に報知される。このように、発生した異常等の種類に応じて、適切な伝達ルートが選択されるから、運転者への情報伝達が円滑に行われ、運転ストレスを減少することができ、快適な運転環境を実現できる。

#### 【0 0 4 3】

しかも、この実施形態では、タイヤに取り付けられた左右の応力センサ S L，S R や空気圧センサ S P によって直接的に検出されるタイヤの負荷に応じて、反力アクチュエータ 9 が制御されるようになっている。そのため、舵取り機構の機械的な構成によらずに、適切な反力制御を行うことができるから、車種毎または車両毎に反力制御を異ならせるような車両適合技術を減少または排除することができる。これにより、車両用操舵装置の開発期間を大幅に短縮することができる。

#### 【0 0 4 4】

また、左右の応力センサ S L，S R や空気圧センサ S P によってタイヤ W の負荷状況を直接的に検出し、これを用いて反力制御を行う構成であるから、複雑な

演算処理が不要であり、数十ミリ秒オーダーの高速な応答性で反力アクチュエータ 9 を制御できる。そのため、タイヤ W がグリップ力を失うグリップ限界状況のようなタイヤ接地面過渡情報をステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達することができる。

#### 【0 0 4 5】

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。この車両用操舵装置 2 1 は、操作部材としてのステアリングホイール 2 2 に一体回転可能に連結される第 1 操舵軸 2 3 と、この第 1 操舵軸 2 3 と同軸上に設けられラックアンドピニオン機構等の舵取り機構 2 4 に連結される第 2 操舵軸 2 5 と、第 1 および第 2 操舵軸 2 3, 2 5 間の差動回転を許容するための差動伝達機構を構成する遊星伝達機構としての遊星ギヤ機構 2 6 とを備える。

#### 【0 0 4 6】

舵取り機構 2 4 は、車両の左右方向に延びて配置された転舵軸 2 7 と、この転舵軸 2 7 の両端にタイロッド 2 8 を介して結合され、舵取り用の車輪 2 9 を支持するナックルアーム 3 0 とを備える。転舵軸 2 7 はハウジング 3 1 により支承されて軸方向に摺動可能とされており、その途中部に、電動モータからなる操舵アクチュエータ 3 2 が同軸的に組み込まれている。操舵アクチュエータ 3 2 の駆動回転は、ボールねじ機構等の運動変換機構等によって転舵軸 2 7 の摺動に変換され、この転舵軸 2 7 の摺動により車輪 2 9 の転舵が達成される。

#### 【0 0 4 7】

転舵軸 2 7 の一部には、ラック 2 7 a が形成されており、このラック 2 7 a には、第 2 操舵軸 2 5 の端部に設けられて第 2 操舵軸 2 5 と一体回転するピニオン 3 4 が噛み合わされている。操舵アクチュエータ 3 2 の故障時には、ステアリングホイール 2 2 の操作に応じて第 2 操舵軸 2 5 が回転駆動されると、この第 2 操舵軸 2 5 の回転がピニオン 3 4 およびラック 2 7 a により、転舵軸 2 7 の摺動に変換され、車輪 2 9 の転舵が達成される。

#### 【0 0 4 8】

遊星ギヤ機構 2 6 は、第 1 操舵軸 2 3 の端部に一体回転可能に連結された入力側となる太陽ギヤ 3 5 と、出力側となるキャリア 3 6 により回転自在に保持され

て太陽ギヤ 3 5 と噛み合う複数の遊星ギヤ 3 7 と、各遊星ギヤ 3 7 に噛み合う内歯 3 8 a を内周に持つリング部材としてのリングギヤ 3 8 とを含む。

リングギヤ 3 8 は外歯 3 8 b を形成することで例えばウォームホイールを構成している。この外歯 3 8 b は例えばウォームからなる駆動伝達ギヤ 3 9 を介して、ステアリングホイール 2 2 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 4 0 に駆動連結されている。この反力アクチュエータ 4 0 は例えば電動モータからなり、そのケーシングは車体の適所に固定されている。

#### 【0 0 4 9】

操舵アクチュエータ 3 2 および反力アクチュエータ 4 0 は、CPU 6 1、制御プログラム等を記憶した ROM 6 2、演算処理等のワークエリアとして用いられる RAM 6 3 等を含む制御装置 C（ECU：電子制御ユニット）により制御されるようになっている。

第 1 操舵軸 2 3 にはステアリングホイール 2 2 による操舵角を検出するための操舵角検出手段としての操舵角センサ S 1、およびステアリングホイール 2 2 から入力される操舵トルクを検出するための操舵トルク検出手段としてのトルクセンサ S 2 が設けられている。これら操舵角センサ S 1 およびトルクセンサ S 2 からの検出信号が制御装置 C に入力される。

#### 【0 0 5 0】

また、転舵軸 2 7 には、転舵軸 2 7 の軸方向位置を検出することで、車輪 2 9 の転舵角を検出するための転舵角センサ S 3 と、転舵軸 2 7 に作用する軸力を検出する軸力センサ S 4 が設けられており、これらの転舵角センサ S 3 および軸力センサ S 4 による検出信号も制御装置 C に入力される。また、制御装置 C には、車速を検出するための車速センサ S 5 からの検出信号が入力されるようになっている。

#### 【0 0 5 1】

これらの他、制御装置 C には、上記の第 1 の実施形態の場合と同じく、車両の前後方向加速度を検出する前後加速度センサ S 6、車両の横加速度を検出する横加速度センサ S 7、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ S 8、ショックアブソーバのストローク（変位）を検出するストロークセンサ S 9、ブレーキ

油圧を検出するブレーキ液圧センサ S 1 0、車両の荷重を検出する荷重センサ S 1 1、および操舵アクチュエータ 3 2 に供給される駆動電流を検出する電流検出部 S 1 2 が出力する検出信号がそれぞれ入力されるようになっている。また、車輪 2 9 のタイヤの内部には、上述の第 1 の実施形態の場合と同様にして、タイヤ負荷検出手段として、タイヤ空気圧センサ S P、左側応力センサ S L および右側応力センサ S R が設けられている。これらのセンサの出力信号は、無線通信によって、アンテナ C a から、制御装置 C に取り込まれるようになっている。

#### 【 0 0 5 2 】

制御装置 C は、上記各センサ類からの入力信号に基づいて、操舵アクチュエータ 3 2 および反力アクチュエータ 4 0 をそれぞれ駆動するための駆動部としての駆動回路 4 8、4 9 に制御信号を出力する。

制御装置 C は、転舵系が正常に動作しているかどうかを常時監視している。より具体的には、転舵角センサ 4 6 および操舵アクチュエータ 3 2 の少なくとも一方における異常発生を監視している。

#### 【 0 0 5 3 】

転舵系に異常がなければ、制御装置 C は、反力アクチュエータ 4 0 によって、路面反力に対応した操舵反力をステアリングホイール 2 2 に与えるためのトルクを発生させる。

また、制御装置 C は、ステアリングホイール 2 2 の操作量に応じて、操舵アクチュエータ 3 2 の電圧指令値を設定し、その電圧指令値に応じた制御信号を駆動回路 4 8 に与えることによって、操舵アクチュエータ 3 2 を駆動制御する。ステアリングホイール 2 2 と舵取り機構 2 4 との間は、遊星ギヤ機構 2 6 を介して結合されているものの、反力アクチュエータ 4 0 がリングギヤ 3 8 の回転を実質的に拘束せず、ステアリングホイール 2 2 に操舵反力を与えるためにのみ動作している状態では、ステアリングホイール 2 2 に加えられた操舵トルクは舵取り機構 2 4 に実質的に伝達されることがない。その意味で、この図 7 に示された構成もまた、ステア・バイ・ワイヤ（S B W）型の車両用操舵装置であるということができ、上述の第 1 の実施形態の場合と同様な可変ギヤ比制御が可能である。

#### 【 0 0 5 4 】

この実施形態において、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態の制御装置 14 と同様に、図 4 に示されているような特性に従って、応力センサ S L, S R および／または空気圧センサ S P によって検出されるタイヤ負荷に基づいて、反力アクチュエータ 40 を制御する。これによって、運転者に対して、路面状況を表す低周波域の情報のみならず、タイヤ接地面過渡情報のような高周波域の情報をも、ステアリングホイール 22 を介して伝達することができる。

#### 【0055】

さらに、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態における制御装置 14 と同じく、図 6 に示されているような処理を実行し、センサ類の信号を処理して、それらの振動周波数等に基づき、操舵系、転舵系および懸架系の異常については、反力制御によって運転者に伝達するとともに、悪路走行中、フラッタ発生およびアンバランス発生についての情報は警報器 70（第 1 の実施形態における警報器 19 と同様な構成のもの）を介して運転者に報知する。

#### 【0056】

転舵系に異常が生じると、制御装置 C は、操舵アクチュエータ 32 の制御を中止して操舵アクチュエータ 32 をフリー回転状態とするとともに、反力アクチュエータ 40 によってリングギヤ 38 の回転に制限を加え、ステアリングホイール 22 に加えられた操舵トルクが舵取り機構 24 に伝達される状態とする。このとき、反力アクチュエータ 40 の制御によって、操舵補助を行うことができるとともに、ギヤ比の可変制御を行うことができる。

#### 【0057】

以上、この発明の 2 つの実施形態について説明したが、この発明は他の形態でも実施することができる。たとえば、図 1 および図 7 に示すように、制御部 14, C に操作部 75 を接続しておき、この操作部 75 からの操作により、操作反力の大きさを調整できるようにしてもよい。

また、たとえば、ステアリングホイールと舵取り機構とを、トーションバーが介装されたステアリングシャフトによって結合するとともに、舵取り機構に対して、電動モータから操舵補助力を与える通常の電動パワーステアリング装置においても、ステアリングホイールに力を与えるアクチュエータと、警報器とを設け

ることによって、異常等の種類に応じて、ステアリングホイールか警報器かを使い分けて、運転者への情報伝達を行える。

#### 【0058】

また、電動モータによって駆動されるポンプによって油圧を発生させ、この油圧によって作動されるパワーシリンダが発生する駆動力を舵取り機構に伝達する構成のパワーステアリング装置においても、同様な構成の採用が可能である。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

この発明の第1の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。

##### 【図2】

舵取り用の車輪のタイヤの構成を説明するための図解的な断面図である。

##### 【図3】

コーナリング時におけるタイヤの変形を説明するための図解図である。

##### 【図4】

反力アクチュエータの制御態様の一例を示す制御特性図である。

##### 【図5】

運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。

##### 【図6】

反力アクチュエータの制御または警報器によって運転者に情報を伝達するために制御装置が実行する処理を説明するためのフローチャートである。

##### 【図7】

本発明の第2の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

- 1     ステアリングホイール
- 2     操舵アクチュエータ



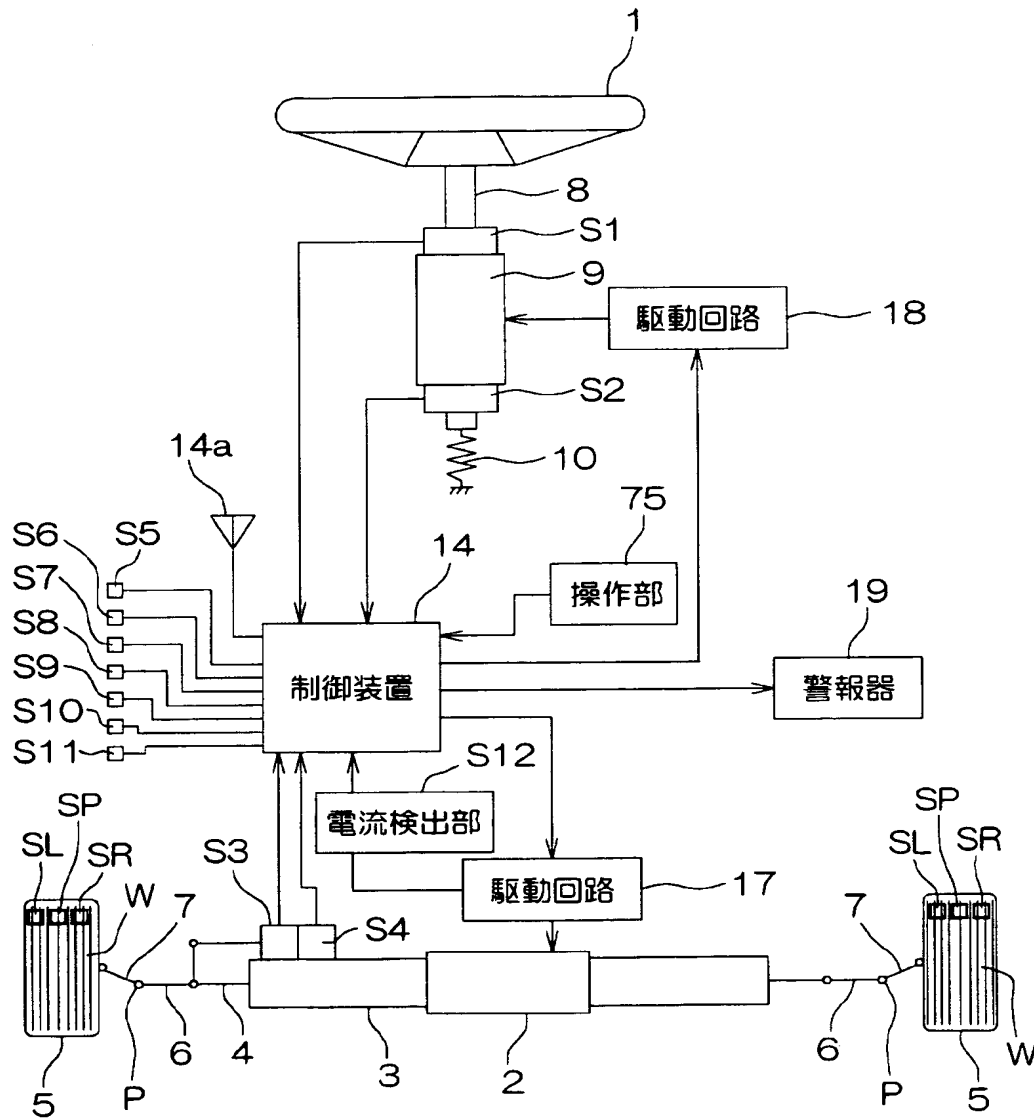
- 4 転舵軸
- 5 車輪
- 9 反力アクチュエータ
- 1 4 制御装置
- 1 4 a アンテナ
- 1 7 駆動回路
- 1 8 駆動回路
- 1 9 警報器
- 2 1 車両用操舵装置
- 2 2 ステアリングホイール
- 2 4 舵取り機構
- 2 6 遊星ギヤ機構
- 2 7 転舵軸
- 2 7 a ラック
- 2 9 車輪
- 3 2 操舵アクチュエータ
- 3 4 ピニオン
- 3 5 太陽ギヤ
- 3 6 キャリア
- 3 7 遊星ギヤ
- 3 8 リングギヤ
- 3 9 駆動伝達ギヤ
- 4 0 反力アクチュエータ
- 4 4 操舵角センサ
- 4 5 トルクセンサ
- 4 6 転舵角センサ
- 4 7 車速センサ
- 4 8 駆動回路
- 5 1 トレッド部

5 2 L	左側サイドウォール部
5 2 R	右側サイドウォール部
7 0	警報器
C	制御装置
C a	アンテナ
S A	応力センサ
S L	左側応力センサ
S P	空気圧センサ
S R	右側応力センサ
W	タイヤ
W L	左側タイヤ
W R	右側タイヤ
S 1	操作角センサ
S 2	トルクセンサ
S 3	転舵角センサ
S 4	軸力センサ
S 5	車速センサ
S 6	前後加速度センサ
S 7	横加速度センサ
S 8	ヨーレートセンサ
S 9	ショックアブソーバストロークセンサ
S 1 0	ブレーキ液圧センサ
S 1 1	荷重センサ
S 1 2	電流検出部

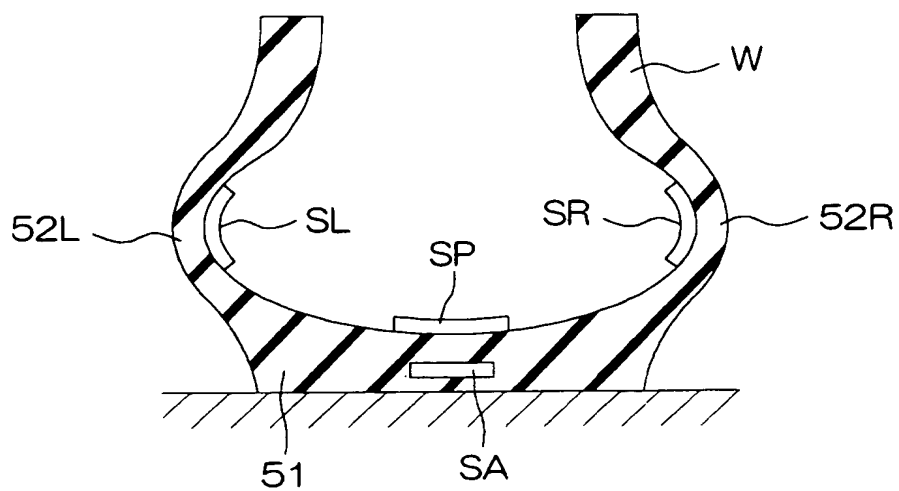
【書類名】

図面

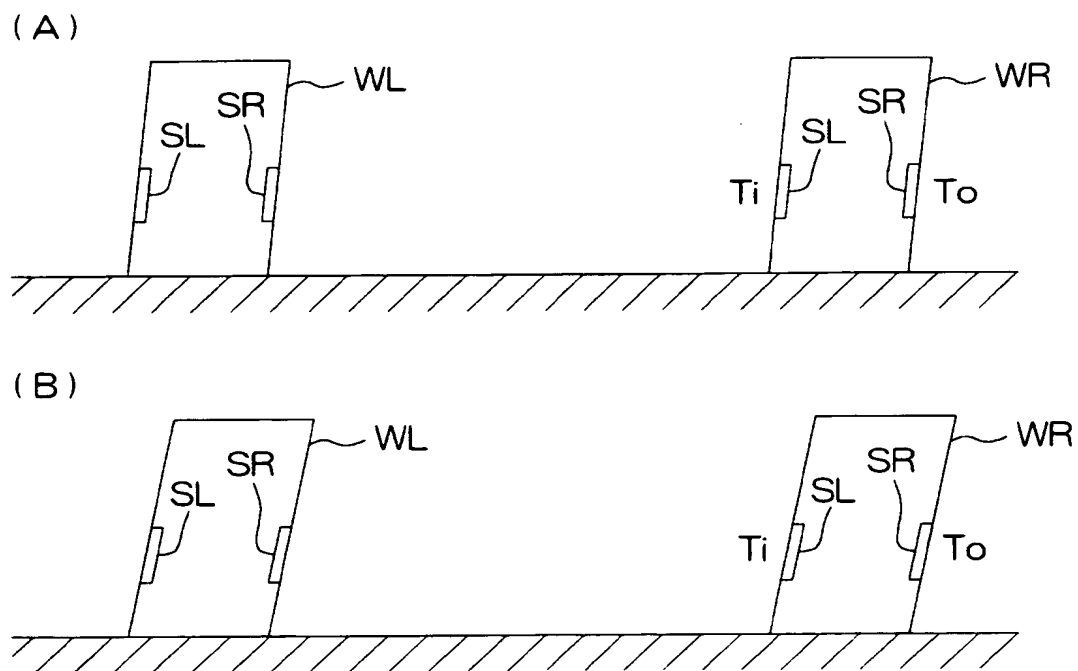
【図 1】



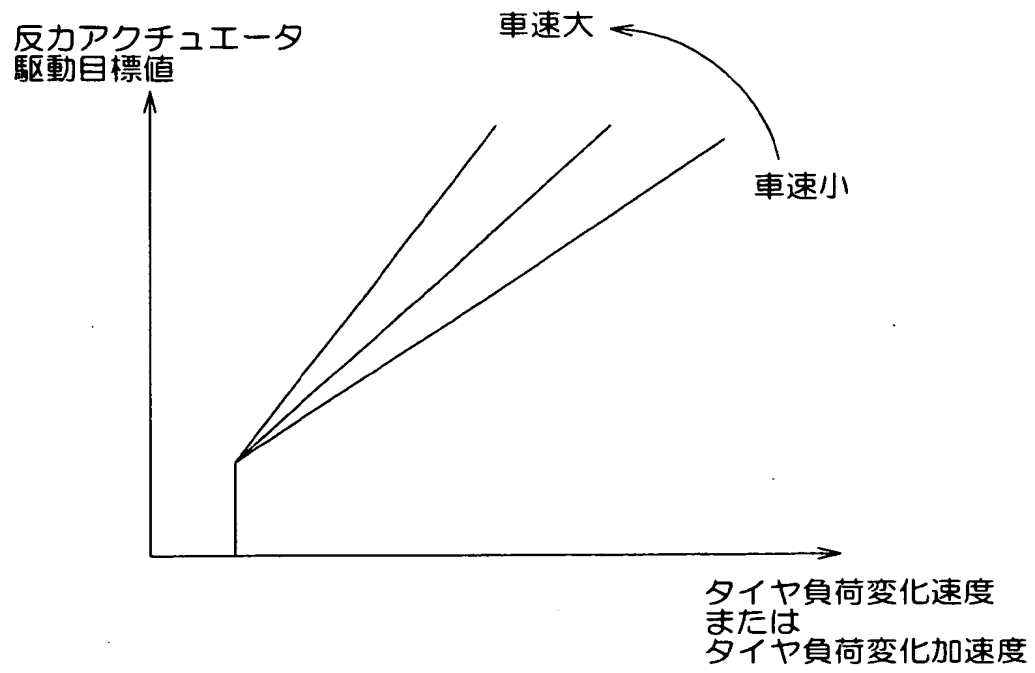
【図 2】



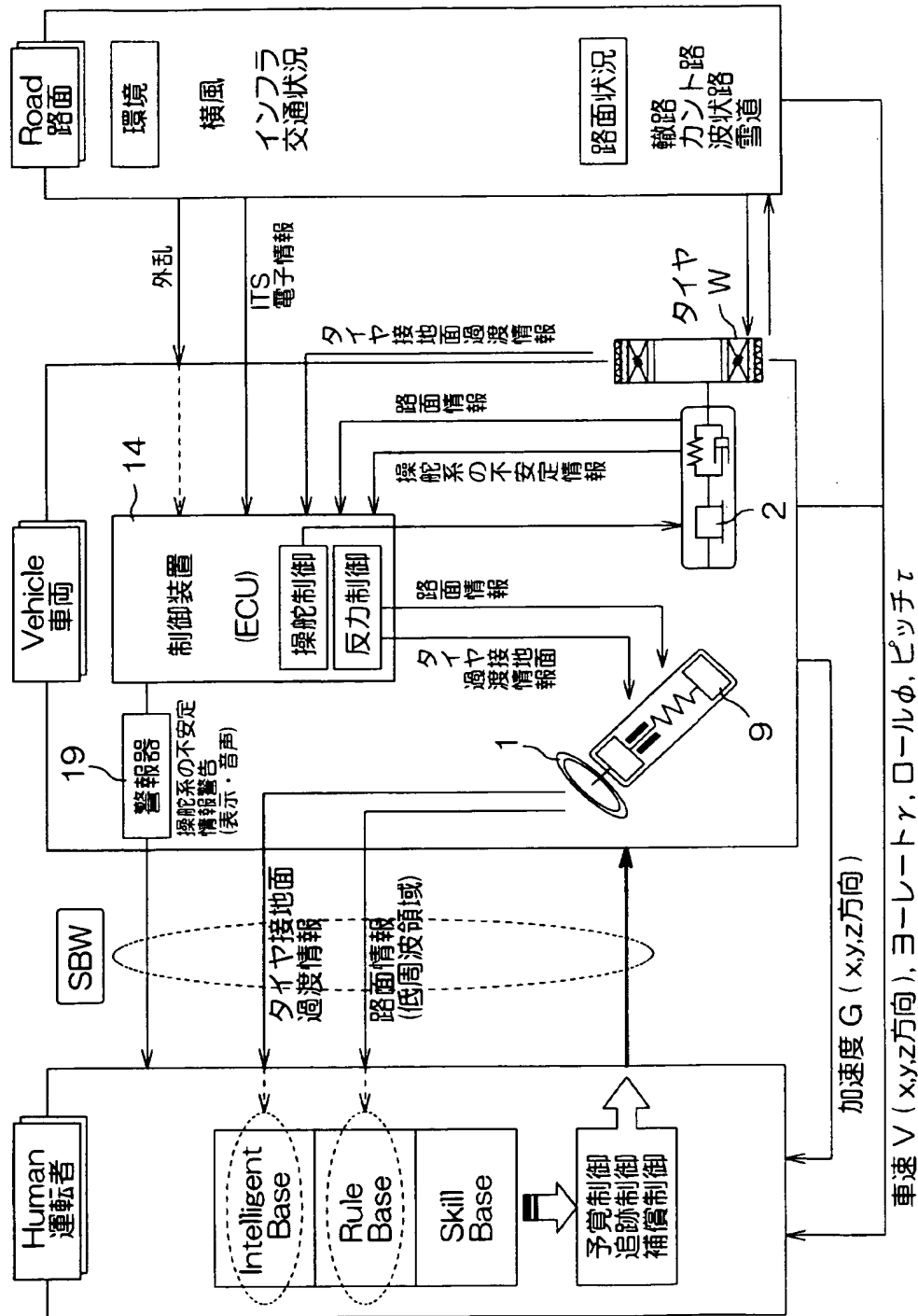
【図 3】



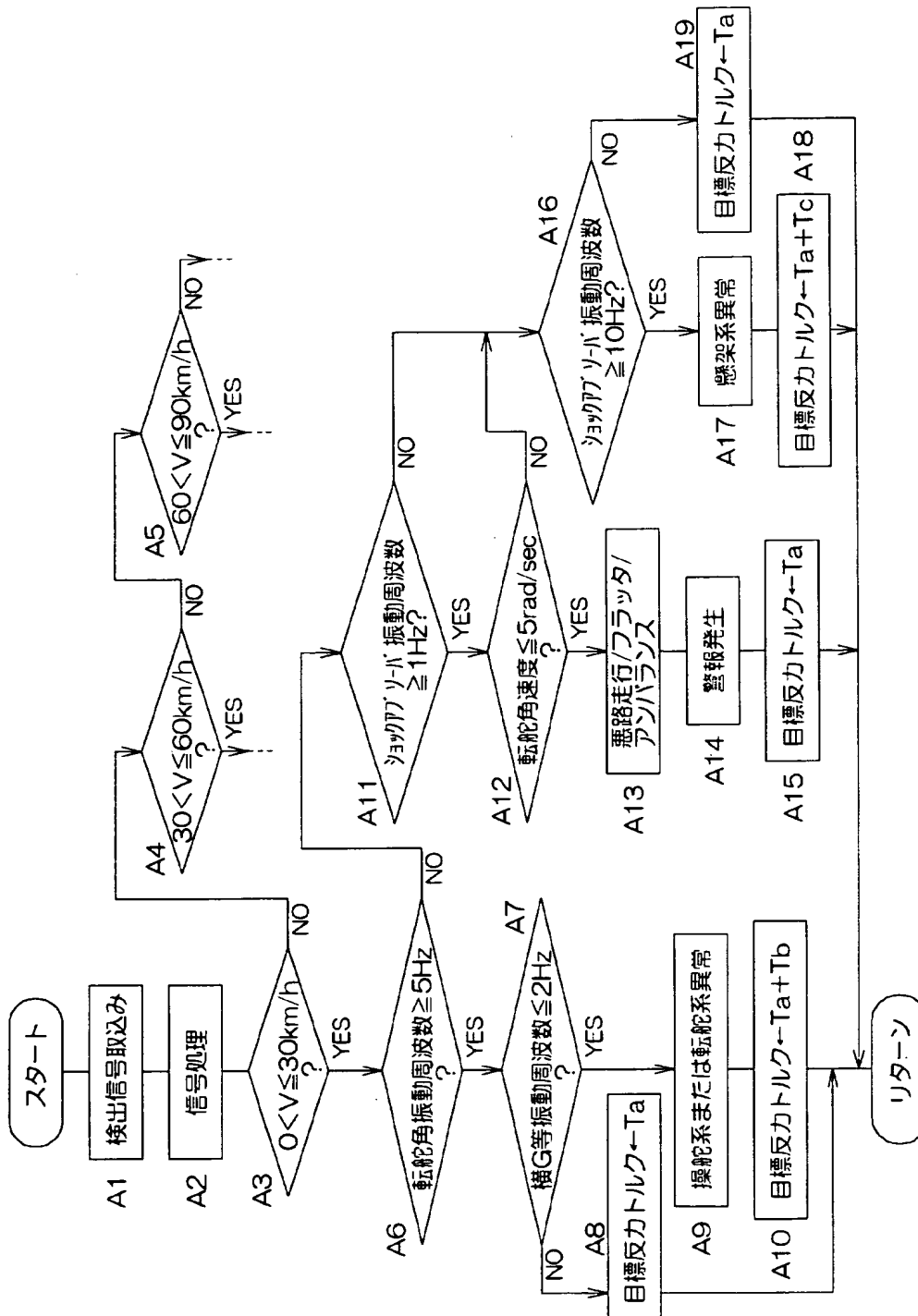
【図 4】



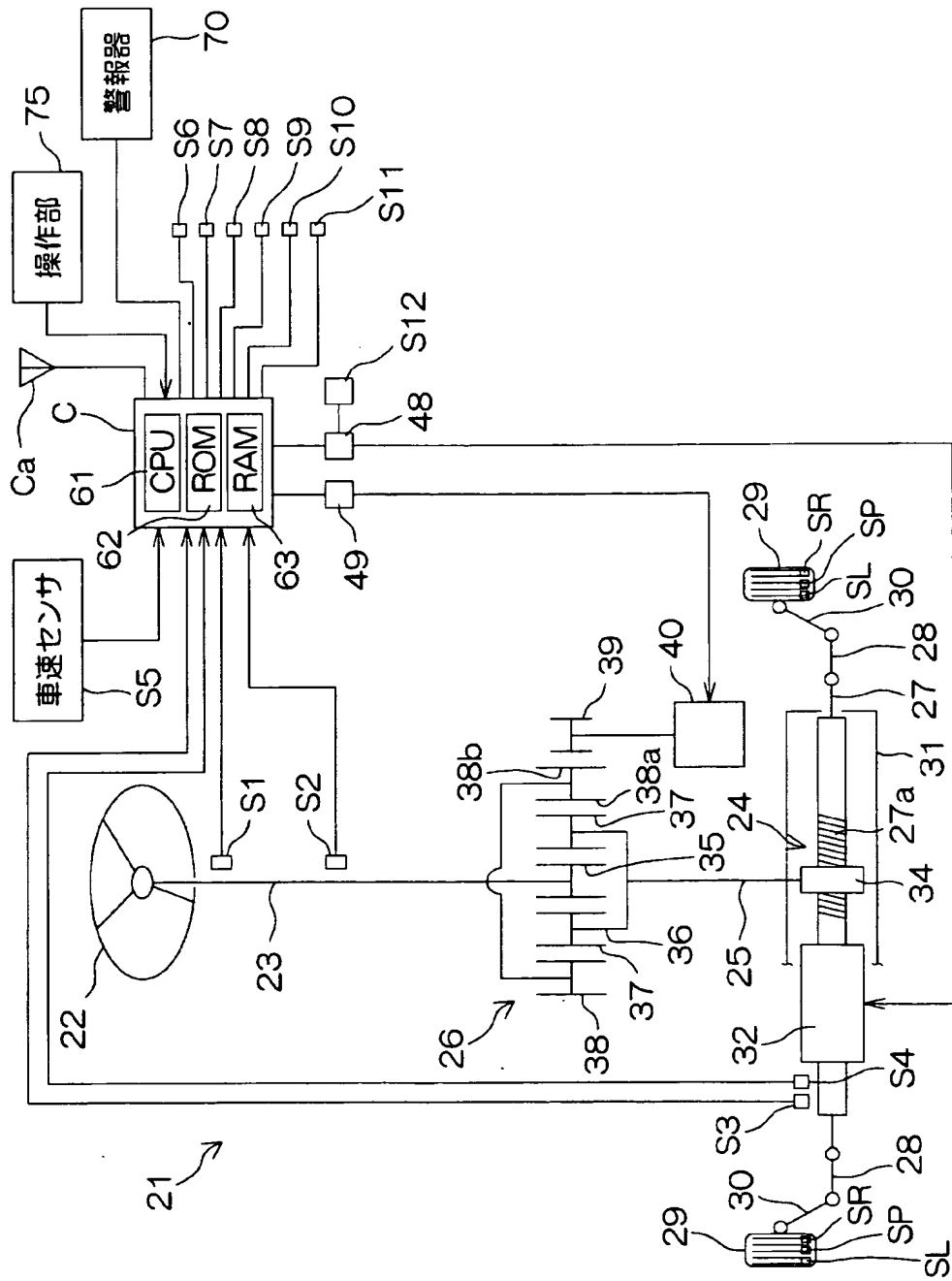
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 運転者に必要な情報を伝達して、快適な運転環境を提供する。

【解決手段】 ステアリングホイール 1 の操作に応じて、舵取り車輪 5 を転舵させるための舵取り機構を作動させる車両用操舵装置が提供される。この装置は、ステアリングホイール 1 に操作反力を与える反力アクチュエータ 9 と、車両のタイヤに加わる応力を検出する応力センサ S L, S R と、転舵角センサ S 3 と、転舵軸 4 に加わる軸力を検出する軸力センサ S 4 とを含む。さらに、この装置は、車速センサ S 5、前後加速度センサ S 6、横加速度センサ S 7 などの車両の運動状態に関わる物理量を検出するセンサ類を含む。これらのセンサ類 S 1 ~ S 1 2 が出力する検出信号は、制御装置 1 4 に入力されている。制御装置は、センサ類 S 1 ~ S 1 2 の検出信号に基づいて、反力アクチュエータ 9 を制御するとともに、一定の異常等の発生については、警報器 1 9 を介して運転者に教示を与える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 2 1 8 4 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 2 4 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[ 変更理由 ]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
氏 名	光洋精工株式会社